

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-225476

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl.

B23K 20/12

B23K 20/22

(21)Application number : 11-029068

(71)Applicant : SHOWA ALUM CORP

(22)Date of filing : 05.02.1999

(72)Inventor : ENOMOTO MASATOSHI

TAZAKI SEIJI

NISHIKAWA NAOKI

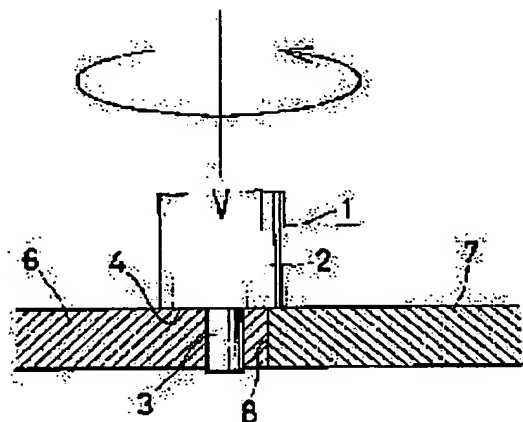
HASHIMOTO TAKENORI

## (54) FRICTION-STIR-WELDING METHOD FOR WORKS MADE OF METAL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a friction-stir-welding method by which works made of metal, whose flow stresses are different each other, can be securely welded with a satisfactory quality.

**SOLUTION:** Friction-stir-welding is performed to both works while forming the peak of a friction-stir force on the work 6 side, whose flow stress is larger than that of the welding boundary 8 of both works 6, 7. At the time of welding the butting part 8 of the works, a rotating probe 3 is arranged while it is embedded by shifting it on the work side whose flow stress is larger to the butting part. In this state, while moving at least either the probe 3 or the work, the work is subjected to the friction-stir-welding. At the time of performing lap welding to the work 6, 7 the probe 3 is allowed to embed from the work side whose flow stress is larger.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-225476

(P2000-225476A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000. 8. 15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 3 K 20/12  
20/22

識別記号

F I

B 2 3 K 20/12  
20/22

データベース(参考)

D 4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-29068

(22) 出願日 平成11年2月5日 (1999. 2. 5)

(71) 出願人 000186843

昭和アルミニウム株式会社  
大阪府堺市海山町6丁224番地

(72) 発明者 榎本 正敏

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

(72) 発明者 田崎 清司

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

(74) 代理人 100071168

弁理士 清水 久義 (外2名)

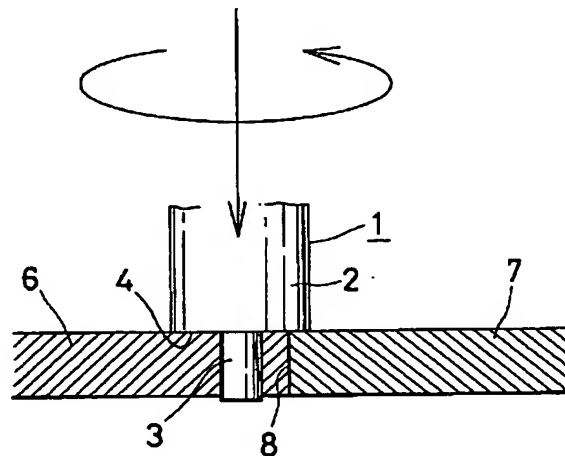
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法

(57) 【要約】

【課題】 変形抵抗が互いに異なる金属製ワーク同士を品質良好にしっかりと接合することができる摩擦攪拌接合方法を提供する。

【解決手段】 両ワーク6、7の接合界面8、13よりも、変形抵抗の大きいワーク6側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを摩擦攪拌接合していく。ワークの突き合わせ部8を接合する場合には、回転するプローブ3を、突き合わせ部に対して変形抵抗の大きい方のワーク側に変位させて埋入した状態に配置し、この状態でプローブまたはワークの少なくとも一方を移動させながらワークを摩擦攪拌接合する。ワークを重ね合わせ接合する場合には、プローブを、変形抵抗の大きい方のワーク側から埋入させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 変形抵抗を互いに異にする金属製ワーク同士を摩擦攪拌接合するワーク同士の摩擦攪拌接合方法であって、

両ワークの接合界面よりも、変形抵抗の大きいワーク側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを摩擦攪拌接合していくことを特徴とする金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法。

【請求項2】 変形抵抗を互いに異にする金属製ワークを突き合わせ状態に配置し、回転するブローブを、突き合わせ部に対して変形抵抗の大きい方のワーク側に変位させて埋入した状態に配置し、この状態でブローブまたはワークの少なくとも一方を移動させながらワークを摩擦攪拌接合することを特徴とする金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法。

【請求項3】 変形抵抗を互いに異にする金属製ワークを重ね合わせ状態に配置し、回転するブローブを、変形抵抗の大きい方のワーク側から重なり部に埋入させた状態に配置し、この状態でブローブまたはワークの少なくとも一方を移動させながらワークを摩擦攪拌接合することを特徴とする金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、輸送機器、重・弱電機分野などの各種分野において用いられる金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近時、摩擦攪拌接合法と呼ばれる接合法が実用化されつつある。この摩擦攪拌接合法は、ワーク同士を固相接合させるもので、図3に示されるような回転子(1)をツールとして用いる。この回転子(1)は、円柱状回転子本体(2)の先端軸芯部に、この円柱状回転子本体(2)よりも径小なピン状の摩擦攪拌用ブローブ(3)を同軸一体に突設させたもので、硬質で耐熱性に優れた、鋼などの材料にて製作されている。なお、図示は省略したが、ブローブ(3)の表面には、攪拌用の凹凸が形成されている。

【0003】接合は、この回転子(1)を自軸回りで回転させながら、そのブローブ(3)の先端を、ワーク(51)(52)の突き合わせ境界部(53)に押付け状態に当接させ、その摩擦熱で当接部分を軟化可塑化させる。そして、回転子(1)を更にワーク(51)(52)に押し付けて、ブローブ(3)をワーク(51)(52)の肉厚方向に埋入させていき、円柱状回転子本体(2)の先端のショルダー部(4)をワーク(51)(52)に押付け状態に当接させる。しかる後、その状態を維持しながら、回転子(1)をワーク(51)(52)の突き合わせ境界部(53)に沿って移動させていく。回転子(1)の通過する突き合わせ境界部では、周

辺の材料が、回転子(1)の回転による摩擦熱で軟化攪拌され、かつ、円柱状回転子本体(2)のショルダー(4)にて飛散を規制されながらブローブ(3)の通過溝を埋めるように塑性流動したのち、熱を急速に失って冷却固化される。こうして、突き合わせ部(53)における材料の軟化、密着変形、攪拌、冷却固化が回転子(1)の移動に伴って順次繰り返されていき、突き合わせ部(53)においてワーク(51)(52)同士が互いに一体化され、順次接合(58)されていく。

10 【0004】この摩擦攪拌接合法は、材料を溶融させることなく軟化状態でワーク(51)(52)同士を接合させるものであり、接合部が溶接の場合のような熱影響による金属学的な影響を受けにくい点で、金属製ワーク同士の接合に威力を発揮し得るものとして大いに期待されるところである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この摩擦攪拌接合法は、変形抵抗が互いに異なる金属製ワーク同士を接合する場合に、次のような問題があった。

20 【0006】即ち、突き合わせ部に、変形抵抗の大きい方のワークを十分に塑性流動させるのに必要な攪拌力を付与して接合を行うと、突き合わせ部においては変形抵抗の大きい方のワークの塑性流動が支配的となり、利用部材の均一な攪拌接合状態が得られないという欠点があった。一方、突き合わせ部に、小さな攪拌力を付与して接合を行うと、変形抵抗の小さい方のワークは塑性流動するものの、変形抵抗の大きい方のワークは塑性流動が不十分となり、やはり良好な接合状態を得ることができないという欠点があった。

30 【0007】本発明は、上記のような問題点を鑑み、変形抵抗が互いに異なる金属製ワーク同士を品質良好にしっかりと接合することができる摩擦攪拌接合方法を提供することを課題とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題は、変形抵抗を互いに異にする金属製ワーク同士を摩擦攪拌接合するワーク同士の摩擦攪拌接合方法であって、両ワークの接合界面よりも、変形抵抗の大きいワーク側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを摩擦攪拌接合していくことを特徴とする金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法によって解決される。

40 【0009】即ち、摩擦攪拌接合は、両ワークの接合界面に溶融を生じさせないで固相にて接合させるものであるという前提のなかで、両ワークの接合界面よりも、変形抵抗の高い方のワーク側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを摩擦攪拌接合していくことにより、変形抵抗の大きい方のワークについては十分な塑性流動を確保する。摩擦攪拌力は、接合界面に至るに従って小さくなるが、変形抵抗の小さい方のワークについても、十分な塑性流動を生じるだけの摩擦攪拌力を確保するよ

う、摩擦攪拌力のピーク値を設定する。これにより、両ワークの接合界面においては、両ワークの材料が均等的に攪拌されて、両材料が均一に混合され、変形抵抗が互いに異なる金属製ワーク同士が品質良好に、しかもしっかりと接合される。

【0010】また、変形抵抗を互いに異にする金属製ワークを突き合わせ状態にして両ワークを摩擦攪拌接合する場合には、回転するブローブを、突き合わせ部に対して変形抵抗の大きい方のワーク側に変位させて埋入した状態に配置し、この状態でブローブまたはワークの少なくとも一方を移動させながらワークを摩擦攪拌接合することにより、両ワークの接合界面よりも、変形抵抗の高い方のワーク側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを良好に接合することができる。

【0011】また、変形抵抗を互いに異にする金属製ワークを重ね合わせ状態にして両ワークを摩擦攪拌接合する場合には、回転するブローブを、変形抵抗の大きい方のワーク側から重ね合わせ部に埋入させた状態に配置し、この状態でブローブまたはワークの少なくとも一方を移動させながらワークを摩擦攪拌接合することにより、両ワークの接合界面よりも、変形抵抗の高い方のワーク側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを良好に接合することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0013】第1実施形態では、変形抵抗の異なる金属製ワークとして、JIS1100等からなる純アルミニウム製のワーク（以下、純Al系ワークという）と、JIS5083アルミニウム合金等からなるAl-Mg系合金製ワーク（以下、Al-Mg系ワークという）とを、突き合わせ状態にして摩擦攪拌接合する。変形抵抗は、JIS1100が $4\text{ kg/mm}^2$ 、JIS5083が $16\text{ kg/mm}^2$ である。

【0014】図1に示されるように、Al-Mg系ワーク(6)と純アルミニウム系ワーク(7)とを突き合わせ状態にし、接合用ツールである回転子(1)を、両ワーク(6)(7)の突き合わせ部（接合界面）(8)よりも変形抵抗の高いAl-Mg系ワーク(6)側に変位させて作用せしめて摩擦攪拌接合を行っていく。これによって、摩擦攪拌接合中、摩擦攪拌力のピークが両ワーク(6)(7)の突き合わせ部よりもAl-Mg系ワーク(6)側に位置して形成される。摩擦攪拌力は、突き合わせ面(8)に至るに従って小さくなる。しかし、回転子(1)の回転速度や、ワーク(6)(7)の突き合わせ部(8)の位置と回転子(1)の回転中心との間隔距離などを選定することによって、両ワーク(6)

(7)の突き合わせ部(8)における摩擦攪拌力が、変形抵抗の小さいワークである純アルミニウム系ワーク

(7)の塑性流動に必要な値よりも大きくなるように設

定する。

【0015】このような摩擦攪拌接合の実施によって、変形抵抗の大きなAl-Mg系ワーク(6)には、突き合わせ部(8)に作用するよりも大きな摩擦攪拌力が作用するから、広い範囲にわたって攪拌領域が形成され、十分な塑性流動を生じる。そして、両ワークの接合界面には、両ワークにとって適度な摩擦攪拌力が作用して、両ワークは均一に混合し、金属学的悪影響のない品質良好なしっかりとした固相接合部が得られる。もとより、接合時の温度は熔融温度未満であるから、熔融溶接の場合のような熱影響を受けるということもない。

【0016】図2はこの発明の第2実施形態を示すものである。この実施形態では、変形抵抗の小さな金属製ワーク(11)と変形抵抗の大きな金属製ワーク(12)とを重ね合わせ状態にして摩擦攪拌接合する。この場合、同図に示されるように、変形抵抗の大きなワーク(12)の側から回転子(1)を両ワーク(11)(12)の重なり部の肉に及ぶように作用せしめて接合を行っていく。この摩擦接合においては、ブローブ(3)が肉厚貫通状態に埋入されているワーク(12)側に摩擦攪拌力のピークが形成される。なお、両ワーク(11)(12)の重ね合わせ部(13)（接合界面）における摩擦攪拌力は、回転子(1)の回転速度、回転子(1)のブローブ(3)の形状などを選定することによって、変形抵抗の大きなワーク(12)に塑性流動を生じさせるのに必要な値よりも大きく設定されている。

【0017】このような摩擦攪拌接合の実施によって、変形抵抗の大きなAl-Mg系ワーク(6)には、重ね合わせ部(13)に作用するよりも大きな摩擦攪拌力が作用するから、広い範囲にわたって攪拌領域が形成され、十分な塑性流動を生じる。そして、両ワークの接合界面には、両ワークにとって適度な摩擦攪拌力が作用して、両ワークは均一に混合し、金属学的悪影響のない品質良好なしっかりとした固相接合部が得られる。

【0018】以上に、本発明の実施形態を示したが、本発明はこれらに限られるものではなく、各種変更が可能である。例えば、本発明の接合方法は、突き合わせ継手や重ね継手に限られるものではなく、そのほかT継手など各種継手形式において広く用いられるものである。また、純Al系ワークとAl-Mg系ワークとの接合に限定されることはなく、変形抵抗を異にする各種ワーク同士の接合に広く用いられるものである。変形抵抗が異なるものであれば、両ワークは同種のものであっても異種のものでもよく、例えばアルミニウム系ワークと銅系ワークや鉄系ワークとの摩擦攪拌接合に適用しても良い。

【0019】

【実施例】（実施例1）長さ200mm、幅100mm、厚み4mmのJIS1100からなる純Al系ワークと、同寸のJIS5083からなるAl-Mg系ワークとを、幅方向の一端面において突き合わせた。

【0020】一方、ショルダー径12mm、プローブ径4mm、プローブ長さ4mmの回転子を備えた接合用ツールを用意した。

【0021】そして、接合用ツールの前記回転子及びプローブを1000rpmで回転させながら、両ワークの突き合わせ部からAl-Mg系ワーク側に4mm変位した位置にプローブを埋入するとともに、突き合わせ部に沿って接合用ツールを移動させて、摩擦攪拌接合を行った。回転子及びプローブの材質はSKD61である。

【0022】接合後、ワークの接合部の破断強度を調べたところ、90N/mm<sup>2</sup>であった。

【0023】これに対し、プローブを両ワークの突き合わせ部に挿入した以外は、上記と同じ条件で摩擦攪拌接合を行い、ワークの接合部の破断強度を調べたところ、50N/mm<sup>2</sup>であった。

【0024】(実施例2) 上記と同じ2つのワークを重ね合わせ状態に配置した。そして、プローブの長さを7mmとした以外は実施例1と同じ接合用ツールを用い、プローブを実施例1と同じ回転数で回転させながら、Al-Mg系ワークの側から重ね合わせ方向に埋入した。そして、この状態で、ワークの長さ方向に沿ってツールを移動させて、摩擦攪拌接合を行った。

【0025】接合後、ワークの接合部の破断強度を調べたところ、60N/mm<sup>2</sup>であった。

【0026】これに対し、プローブを純Al系ワークの側から埋入した以外は、上記と同じ条件で摩擦攪拌接合を行い、ワークの接合部の破断強度を調べたところ、4\*

\*0N/mm<sup>2</sup>であった。

【0027】

【発明の効果】 上述の次第で、本発明の変形抵抗の異なる金属製ワーク同士の摩擦攪拌接合方法は、摩擦攪拌接合が両ワークの当接部に溶融を生じさせないで固相にて接合させるものであるという前提のなかで、両ワークの接合界面よりも、変形抵抗の大きいワーク側に摩擦攪拌力のピークを形成しながら両ワークを摩擦攪拌接合していくものであるから、変形抵抗の大きなワークの広範囲にわたる攪拌領域を確保しつつ、両ワークの接合界面に適度な摩擦攪拌力が作用することになり、両ワークを均一に混合することができ、両ワークを品質良好にしっかりと接合することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態を示すもので、両ワークを突き合わせ接合する場合の断面図である。

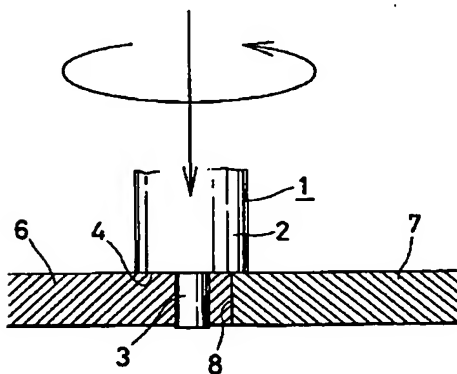
【図2】 第2実施形態を示すもので、両ワークを重ね合わせ接合する場合の断面図である。

【図3】 摩擦攪拌接合法を示すもので、図(イ)は断面図、図(ロ)は平面図である。

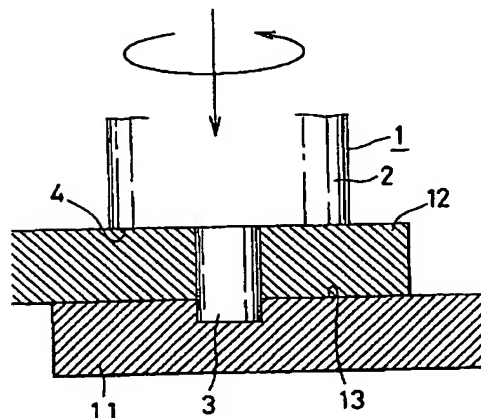
【符号の説明】

- 1・・・回転子(ツール)
- 6・・・Al-Mg系ワーク(変形抵抗の大きなワーク)
- 7・・・純Al系ワーク(変形抵抗の小さなワーク)
- 8・・・突き合わせ部(接合界面)
- 13・・・重ね合わせ部(接合界面)

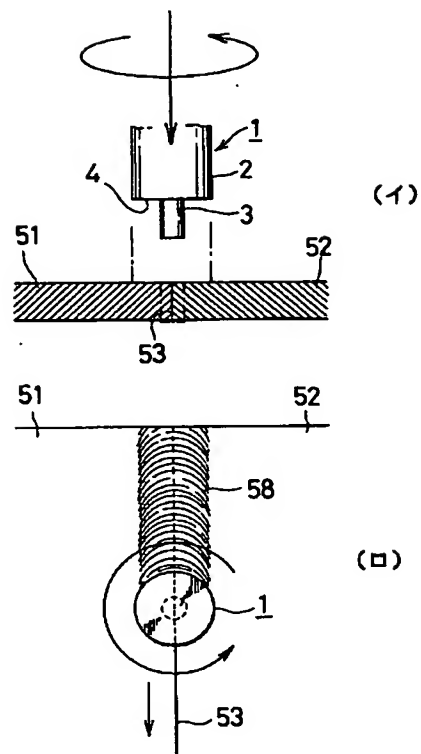
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 西川 直毅  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

(72)発明者 橋本 武典  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内  
Fターム(参考) 4E067 AA05 BG02 DA17